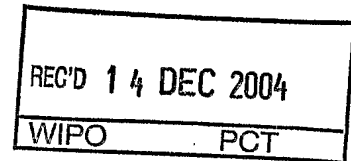


**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 59 402.7

Anmeldetag:

18. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber:

SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf/DE

Bezeichnung:

Optimierte Verschiebestrategien als
Funktion der Bandbreite

IPC:

B 21 B 37/28

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

17.12.2003

:.sr

41 135

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

Optimierte Verschiebestrategien als Funktion der Bandbreite

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung von Verschiebestrategien als Funktion der Bandbreite zur bestmöglichen Ausnutzung der Vorteile der CVC/CVC^{plus} – Technologie im Betrieb des bandkantenorientierten Verschiebens in 4-/6-Walzengerüsten, umfassend jeweils ein Paar Arbeitswalzen und Stützwalzen und zusätzlich ein Paar Zwischenwalzen bei 6-Walzengerüsten, wobei zumindest die Arbeitswalzen und die Zwischenwalzen mit Vorrichtungen zum axialen Verschieben zusammenwirken, und wobei jede Arbeits-/Zwischenwalze einen um den CVC-Verschiebehub verlängerten Ballen mit einseitigem Rückschliff im Bereich der Ballenkante aufweist.

In der Vergangenheit sind die Anforderungen an die Qualität von kaltgewalztem Band hinsichtlich Dickentoleranzen, erreichbaren Enddicken, Bandprofil, Bandplanheit, Oberflächen etc. stetig gestiegen. Die Produktvielfalt am Markt für kaltgewalzte Bleche führt zudem zu einem immer vielfältigeren Produktspektrum hinsichtlich der Materialeigenschaften und der geometrischen Abmessungen. Aufgrund dieser Entwicklung wird der Wunsch nach flexibleren Anlagenkonzeptionen und Fahrweisen in Kalttandemstraßen – optimal angepasst an das zu walzende Endprodukt – immer stärker.

Das Erreichen einer gewünschten Enddicke sowie die Realisierung bestimmter Abnahmeverteilungen (Stichplangestaltung), insbesondere bei höherfesten Güten,

wird maßgeblich durch den Arbeitswalzendurchmesser beeinflusst. Mit abnehmendem Arbeitswalzendurchmesser reduziert sich die benötigte Walzkraft durch ein günstigeres Abplattungsverhalten. Der Durchmesserreduzierung sind sowohl von der Übertragung der Drehmomente her als auch im Hinblick auf die Walzendurchbiegung Grenzen gesetzt. Reichen die Zapfenquerschnitte zur Übertragung der Antriebsmomente nicht aus, so können die Arbeitswalzen über Reibungschluss durch die benachbarte Walze angetrieben werden. Im Falle eines 4-Walzengerüsts sind allerdings schwere Antriebselemente (Motor, Kammwalzgetriebe, Spindeln) zur Realisierung eines Stützwalzenantriebs erforderlich, welche die Anlage verteuern. Hier ist es sinnvoll, einzelne Gerüste (meist die vorderen) als 6-Walzengerüste mit Zwischenwalzenantrieb auszuführen.

Für die Planheit des Bandes spielt neben der vertikalen Durchbiegung auch die horizontale Durchbiegung der Arbeitswalzen und Zwischenwalzen eine bedeutende Rolle. Durch das horizontale Verschieben der Arbeits-/Zwischenwalzen aus der Mittenebene des Gerüsts erfolgt ein Abstützen des Walzensatzes, der zur wesentlichen Reduzierung der horizontalen Durchbiegung führt.

Zudem verfügt das 6-Walzengerüst in der Zwischenwalzen-Biegung über ein zusätzliches, schnelles Stellglied. In Kombination mit der Arbeitswalzenbiegung besitzt das 6-Walzengerüst somit zwei in der Wirkung auf den Walzspalt unabhängige Stellglieder. Im ersten Gerüst ist somit eine schnelle Adaption des Walzspaltes an das einlaufende Bandprofil zur Vermeidung von Planheitsdefekten gewährleistet. Im letzten Gerüst können beide Stellglieder effektiv in der Planheitsregelung verwendet werden.

Für die klassischen Gerüstbauarten 4-High und 6-High existieren neben Basis-konzepten mit Biegesystemen und festen Walzenballigkeiten als Walzspalt beeinflussenden Stellgliedern im wesentlichen zwei weitere Gerüstkonzeptionen, die

durch das Verschieben von Arbeitswalzen bzw. Zwischenwalzen, basierend auf unterschiedlichen Wirkprinzipien, den Walzspalt zusätzlich beeinflussen:

- CVC/CVC^{plus} – Technologie
- Technologie des bandkantenorientierten Verschiebens

Hierbei handelt es sich um getrennte Gerüstkonzepte, da unterschiedliche Walzengeometrien erforderlich sind.

In der klassischen CVC – Technologie, wie sie in der EP 0 049 798 B1 beschrieben wird, sind die Ballenlängen der verschiebbaren Walzen stets um den axialen Verschiebehub länger als die feststehenden, unverschobenen Walzen. Dadurch wird erreicht, dass die verschiebbare Walze nicht mit ihrer Ballenkante unter die feststehenden Walzenballen geschoben werden kann. Somit werden Oberflächenschäden/Markierungen vermieden. Die Arbeitswalzen werden im Allgemeinen über ihre gesamte Länge an den Zwischen- oder Stützwalzen abgestützt. Dadurch wird die von den Stützwalzen ausgeübte Walzkraft auf die gesamte Länge der Arbeitswalzen übertragen. Dies hat zur Folge, dass die über das Walzgut seitlich vorstehenden und damit am Walzvorgang nicht beteiligten Enden der Arbeitswalzen durch die auf sie ausgeübte Walzkraft in Richtung auf das Walzgut durchgebogen werden. Aus dieser schädlichen Durchbiegung der Arbeitswalzen resultiert eine Aufbiegung der mittleren Walzenabschnitte. Sie bewirkt ein zu geringes Auswalzen des zentralen Bandbereiches und ein starkes Auswalzen der Bandkanten. Diese Wirkungen kommen besonders bei sich im Betrieb ändernden Walzbedingungen sowie beim Walzen von unterschiedlich breiten Bändern zur Geltung.

Dem gegenüber werden bei der Technologie des bandkantenorientierten Verschiebens, wie in der DE 22 06 912 C3 offenbart ist, im gesamten Walzensatz Walzen mit gleichen Ballenlängen verwendet. Die verschiebbaren Walzen sind

dabei einseitig im Ballenkantenbereich entsprechend geometrisch gestaltet und mit einem Rückschliff versehen, um lokal auftretende Lastspitzen zu reduzieren. Das Wirkprinzip beruht auf dem bandkantenorientierten Nachschieben der Ballenkante, entweder vor, auf oder sogar bis hinter die Bandkante. Insbesondere bei 6-Walzengerüsten führt das Verschieben der Zwischenwalze unter die Stützwalze zur gezielten Beeinflussung der Wirksamkeit der positiven Arbeitswalzen-Biegung. Nachteilig wirkt sich allerdings bei diesem Verfahren das axiale Verschieben der Walzen auf die Lastverteilung in den jeweiligen Kontaktfugen aus. Mit kleiner werdender Bandbreite erhöht sich die maximal auftretende Lastspitze der Kontaktkraftverteilung gravierend.

In der Patentschrift DE 36 24 241 C2 (Verfahren zum Betrieb eines Walzwerks zur Herstellung eines Walzbandes) werden beide Verfahren miteinander kombiniert. Ziel ist es, die nachteilige Durchbiegung der Arbeitswalzen unter Walzkraft über das gesamte Bandbreitenspektrum zu vergleichmäßigen und unter Verkürzung der Verschiebewege die Wirksamkeit der Walzenbiegesysteme zu vergrößern, ohne dass der kontinuierliche Walzbetrieb unterbrochen werden muss. Dieses Ziel wird durch das bandkantenorientierte Verschieben von Zwischen- bzw. Arbeitswalzen mit einem aufgetragenen CVC-Schliff erreicht. Die Ballenkanten der CVC-Walzen werden dabei im Bereich der Bandkante positioniert. Wie im Falle der Technologie des bandkantenorientierten Verschiebens besteht der Walzensatz aus Walzen gleicher Ballenlängen.

In den diskutierten Technologien handelt es sich jeweils um getrennte Gerüstkonzepte, da unterschiedliche Walzengeometrien erforderlich sind. Es besteht das Bestreben, diese Technologien/Fahrweisen durch eine Gerüstkonzeption mit geometrisch gleichem Walzensatz zu realisieren. Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Realisierung einer bandkantenorientierten Verschiebestrategie ausschließlich der Zwischenwalzen und ausschließlich in einem 6-Walzengerüst unter

Verwendung eines geometrisch gleichem Walzensatzes wurde in der DE 100 37 004 A1 ausführlich beschrieben.

Aufgabe der Erfindung ist, die aus der DE 100 37 004 A1 bekannte bandkantenorientierten Verschiebestrategie so auch auf die Arbeitswalzen auszudehnen, dass eine Gerüstkonzeption mit geometrisch gleichem Walzensatz realisiert wird.

Die gestellte Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 durch Vorgabe der Verschiebeposition der verschiebbaren Arbeits-/Zwischenwalze in Abhängigkeit von der Bandbreite gelöst, bei der die Arbeits-/Zwischenwalze in verschiedenen Positionen relativ zur Bandkante positioniert wird, wobei innerhalb verschiedener Bandbreitenbereiche dabei die Verschiebeposition der jeweiligen Walze durch stückweise lineare Ansatzfunktion vorgegeben wird.

In Abhängigkeit der Materialeigenschaften werden dabei die freien Parameter der Ansatzfunktion so variabel vorgebar gewählt, dass sich die vorgegebenen Positionen relativ zur Bandkante einstellen. Das bandkantenorientierte Verschieben der Arbeits-/Zwischenwalzen wird so durchgeführt, dass diese relativ zur neutralen Verschiebeposition ($s_{ZW} = 0$ bzw. $s_{AW} = 0$) in Gerüstmitte symmetrisch um jeweils den gleichen Betrag in Richtung ihrer Achse gegeneinander verschoben werden.

Als Basis für das Gerüstkonzept wird die Walzenkonfiguration aus der CVC/CVC^{plus} – Technologie für ein 6-Walzen- bzw. 4-Walzengerüst verwendet. Die verschiebbare Zwischen- bzw. Arbeitswalze besitzt einen um den CVC-Verschiebehub längeren Ballen, der sich für die neutrale Verschiebeposition $s_{ZW} = 0$ bzw. $s_{AW} = 0$ symmetrisch in Gerüstmitte befindet.

Die Arbeits-/Zwischenwalze mit längerem und symmetrischem Ballen wird während des bandkantenorientierten Verschiebens entweder mit einem zylindrischen, balligen oder überlagertem CVC/CVC^{plus} -Schliff eingesetzt. Durch geeignete

Ausführung eines einseitigen Rückschliffs in Kombination mit dem überlagerten Walzenschliff und dem bandbreitenabhängigen Optimieren der axialen Verschiebposition lässt sich das Deformationsverhalten des Walzensatzes und die Wirksamkeit der positiven Arbeitswalzen-Biegung (6-Walzengerüst) gezielt beeinflussen. Der Walzspalt kann somit optimal eingestellt werden.

Dem zylindrischen Ballen der Arbeits-/Zwischenwalze kann zusätzlich eine gekrümmte Kontur (z. B. CVC/CVC^{plus} -Schliff) überlagert werden. Im Falle eines CVC/CVC^{plus} -Schliffes wird die gekrümmte Kontur durch die Gleichung

$$R(x) = R_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 \dots + a_n \cdot x^n$$

beschrieben.

Durch die überlagerte, gekrümmte Kontur der Arbeits-/Zwischenwalze lässt sich der benötigte Verschiebehub reduzieren, da der Beginn des Rückschliffs der Arbeits-/Zwischenwalze deutlich vor der Bandkante positioniert wird. Zum einen reduziert sich die Lastverteilung in Folge der größeren Kontaktlänge. Zum anderen verlagert sich das Maximum der Lastverteilung durch den CVC/CVC^{plus} -Schliff mit abnehmender Bandbreite zunehmend zur Gerüstmitte hin.

Beim axialen Verschieben der Arbeits-/Zwischenwalze wird der Beginn des Rückschliffs außerhalb, auf oder innerhalb der Bandkante, also schon innerhalb der Bandbreite positioniert. Die Positionierung erfolgt in Abhängigkeit von der Bandbreite und den Materialeigenschaften, wodurch gezielt das elastische Verhalten des Walzensatzes sowie die Wirksamkeit der positiven Arbeitswalzen-Biegung (6-Walzengerüst) eingestellt werden kann.

Durch Optimieren der Verschiebeposition der Arbeits-/Zwischenwalzen werden gezielt Ballenbereiche innerhalb des Walzensatzes aus dem Kraftfluss ausgeblendet. Daraus resultierende, sich negativ auswirkende Verformungen werden redu-

ziert, da das Prinzip des „idealen Gerüsts“ angenähert wird. Allerdings erhöhen sich die auftretenden Lastverteilungen in den jeweiligen Kontaktfugen aufgrund der reduzierten Kontaktlängen.

Aus dem gegensinnigen Verschieben der CVC/CVC^{plus} -Walzen resultiert zudem die Möglichkeit einer gezielten Beeinflussung des Bandprofils im Sinne eines Pre-set-Stellglieds. Wird die gekrümmte Kontur derart gewählt, dass sie in maximal negativer Verschiebeposition keinen oder einen minimalen Crown und in maximal positiver Verschiebeposition einen maximalen Crown erzeugt, so lässt sich die bandbreitenabhängige Gerüstdeformation teilweise kompensieren. Der verbleibende Teil wird durch die mit abnehmender Bandbreite zunehmende Wirkung der positiven Arbeitswalzen-Biegung kompensiert.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den nachstehenden Erläuterungen einiger in Zeichnungsfiguren schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele. Zur besseren Übersichtlichkeit sind gleiche Walzen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Es zeigen:

- Fig. 1 den einseitigen Rückschliff im Bereich der Ballenkante einer Arbeits-/Zwischenwalze,
- Fig. 2 Gerüstkonzeption für bandkantenorientiertes Verschieben mit überlager-tem CVC/CVC^{plus} -Schliff der Zwischenwalzen,
- Fig. 3 Gerüstkonzeption für bandkantenorientiertes Verschieben mit überlager-tem CVC/CVC^{plus} -Schliff der Arbeitswalzen,
- Fig. 4a-4c Positionierung des Zwischenwalzenrückschliffs,
- Fig. 5a-5c Positionierung des Arbeitswalzenrückschliffs,
- Fig. 6 Vorgabe der Verschiebeposition in Abhängigkeit der Bandbreite.

In Figur 1 ist schematisch das Aussehen und die geometrische Anordnung eines einseitigen Rückschliffs d im Bereich der Ballenkante einer Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 dargestellt. In der DE 100 37 004 A1 ist ein einseitiger Rückschliff, wie er hier verwendet wird, bereits ausführlich beschrieben und in einer Zeichnungsfigur dargestellt.

Die Länge l des einseitigen Rückschliffs d im Bereich einer Ballenkante der Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11, teilt sich in zwei aneinander gesetzte Bereiche a und b auf. Im ersten inneren Bereich a , beginnend im Punkt d_0 , folgt der Rückschliff $y(x)$ der Kreisgleichung $(l - x)^2 + y^2 = R^2$ mit R für den Walzenradius. Mit den eingezeichneten Koordinaten x und y ergibt sich für den Bereich a dann ein Rückschliff $y(x)$ von:

$$\text{Bereich } a: = (R^2 - (R - d)^2)^{1/2} \quad \Rightarrow \quad y(x) = R - (R^2 - (l - x)^2)^{1/2}$$

Wird eine in Abhängigkeit der äußeren Randbedingungen (Walzkraft und daraus resultierenden Walzenverformung) vorgegebene minimal notwendige Durchmesserreduzierung $2d$ erreicht, so verläuft der Rückschliff $y(x)$ linear bis zur Ballenkante aus, woraus sich für den Bereich b ergibt.

$$\text{Bereich } b: = l - a \quad \Rightarrow \quad y(x) = d = \text{const.}$$

Der Übergang zwischen Bereich a und b kann mit oder ohne stetig differenzierbarem Übergang ausgeführt werden. Weiterhin kann dieser Übergang des Rückschliffs auch mit einer sequentiellen Rücknahme des aus der Abplattung resultierenden Maßes d nach einer vorher ermittelten Tabelle vorgenommen werden. Der Rückschliff $y(x)$ ist dann beispielsweise im Übergangsbereich flacher als ein Radius und am Ende sehr viel steiler. Aus schleiftechnischen Gründen ist der Über-

gang zum zylindrischen Teil über einen entsprechend größeren Absatz im Übergang zwischen a und b auszuführen (ca. 2d).

Die Durchmesserreduzierung 2d durch den Rückschliff $y(x)$ wird so vorgegeben, dass sich in einem 6-Walzengerüst die Arbeitswalze 10 frei um den Rückschliff $y(x)$ der Zwischenwalze 11 biegen kann, ohne dass Kontakt im Bereich b befürchtet werden muss. Im 4-Walzengerüst dient der Rückschliff $y(x)$ nur zur lokalen Reduzierung der auftretenden Lastspitzen.

Im Normalfall befindet sich der einseitige Rückschliff an der oberen Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 auf der Bedienungsseite BS und an der unteren Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 auf der Antriebsseite AS, wie in den Figuren 2 und 3 angeführt ist. Am Wirkprinzip ändert sich aber nichts, wenn man den Rückschliff umgekehrt an der oberen Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 auf der Antriebsseite AS und an der unteren Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 auf der Bedienungsseite BS anbringt.

In Figur 2 ist der Walzensatz eines 6-Walzengerüsts dargestellt, bestehend aus den Arbeitswalzen 10, den Zwischenwalzen 11 mit verlängerten Ballen und den Stützwalzen 12. Das Walzband 14 ist symmetrisch in der Gerüstmitte angeordnet. Die dargestellte Verschiebung der Zwischenwalze 11 um den Betrag $s_{zw} = „+“$ besagt, dass sie in Richtung der Antriebsseite AS hin verschoben wurde. (Positives Verschieben bedeutet, dass die obere Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 in Richtung der Antriebsseite AS und die untere Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 in Richtung der Bedienungsseite BS verschoben wird.)

In Figur 3 ist der Walzensatz eines 4-Walzengerüsts dargestellt, bestehend aus den Arbeitswalzen 10 mit verlängerten Ballen und den Stützwalzen 12. Auch hier wurde eine positive Verschiebung durchgeführt und zwar der Arbeitswalzen 10 um den Betrag $s_{AW} = „+“$.

In den Figuren 4a-4c und 5a-5c ist das axiale Verschieben der Arbeits-/Zwischenwalze 10, 11 um einen Verschiebehub m nochmals im Detail dargestellt. In den dargestellten Verschiebpositionen der Figur 4a und 5a wurde der Beginn d_0 des Rückschliffs $y(x)$ außerhalb der Bandkante ($m = +$), in Figur 4b und 5b auf der Bandkante ($m = 0$) und in Figur 4c und 5c innerhalb der Bandkante ($m = -$), also schon innerhalb der Bandbreite positioniert.

In verschiedenen Bandbreitenbereichen wird in Abhängigkeit von der Bandbreite die Verschiebposition durch stückweise lineare Ansatzfunktionen vorgegeben, denen unterschiedliche Positionen des Beginns d_0 des Rückschliffes relativ zur Bandkante zu Grunde liegen. Die verschiebbare Arbeits-/Zwischenwalze wird dabei nicht, wie konventionell üblich, mit einem festen Maß m wie in den Figuren 4 und 5 dargestellt, vor der Bandkante positioniert, sondern in Abhängigkeit der Bandbreite in verschiedenen Positionen P (α, β, χ , siehe Tabelle 1) relativ zur Bandkante. Innerhalb verschiedener Bandbreitenbereiche B (a, b, c, d, e, siehe Tabelle 1) wird dabei die Verschiebposition VP (w, x, y, z , siehe Tabelle 1) der jeweiligen Walze durch stückweise lineare Ansatzfunktion vorgegeben. Die freien Parameter der Ansatzfunktion werden so gewählt, dass sich die in der Tabelle 1 vorgegebenen Positionen P relativ zur Bandkante einstellen. Damit ergibt sich ebenfalls die Verschiebposition VP der Walze. In Abhängigkeit der Materialeigenschaften sind die Parameter variabel vorgebar.

In Figur 6 ist in Form eines Diagramms ein Beispiel für die Vorgabe der bandbreitenabhängigen Verschiebposition der Zwischenwalze in einem 6-Walzengerüst dargestellt. Aufgetragen sind auf der Ordinate die vorgegebene Verschiebposition VP in mm und auf der Abszisse der Bandbreitenbereich B . Parallel zur Abszisse sind im oberen Teil des Diagramms die maximale Verschiebposition $VP_{\max.}$ und im unteren Teil die minimale Verschiebposition $VP_{\min.}$ in gestrichelter Form eingezeichnet.

Aus diesem Diagramm sind für verschiedene Positionen P die erhaltenen Verschiebepositionen VP mit Hilfe der Tabelle 1 wie folgt abzugreifen:

- Bei einem Rückschliffbeginn d_0 an der Zwischenwalze im Abstand $P = \alpha$ in mm außerhalb der Bandkante $B = a$ in mm ergibt sich eine Verschiebeposition VP von w in mm.
- Bei einem Rückschliffbeginn d_0 an der Zwischenwalze im Abstand $P = \beta$ in mm außerhalb der Bandkante $b < B < d$ in mm ergibt sich eine Verschiebeposition VP zwischen x bis z in mm.
- Bei einem Rückschliffbeginn d_0 an der Zwischenwalze im Abstand $P = \chi$ in mm innerhalb der Bandkante $B = e$ in mm ergibt sich eine Verschiebeposition VP von z in mm.

Wesentlicher Vorteil der beschriebenen Gerüstkonzeption ist, dass mit nur einem geometrisch gleichen Walzensatz die CVC/CVC^{plus} – Technologie sowie die Technologie des bandkantenorientierten Verschiebens in der oben dargelegten Weise realisiert werden kann. Es sind keine unterschiedlichen Walzentypen mehr notwendig. Unterschiede bestehen nur noch im aufgetragenen Walzenschliff oder einem Rückschliff nach oben gearteten Vorgaben. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, beide Technologien miteinander zu kombinieren und unter Verwendung verschiedener Verschiebestrategien das Deformationsverhalten des Walzgerüsts sowie die Lastverteilung in den Kontaktfugen zu optimieren (ESS-Technologie = Enhanced Shifting Strategies).

Bezugszeichenliste

10	Arbeitswalze
11	Zwischenwalze
12	Stützwalze
14	Walzband
a	erste, innere Abschnittslänge von d
b	zweite, äußere Abschnittslänge von d
d	Rückschliff (entspricht einer Durchmesserreduzierung von 2d)
d ₀	Beginn von d
l	Länge von d
m	Verschiebehub
s _{AW}	Verschiebungsbetrag einer Arbeitswalze
s _{ZW}	Verschiebungsbetrag einer Zwischenwalze
x, y	kartesische Koordinaten
AS	Antriebsseite
B	Bandbreite
BS	Bedienungsseite
P	Position von 10, 11 relativ zur Bandkante
R	Walzenradius
R ₀	Ausgangswalzenradius
VP	Verschiebeposition

17.12.2003

..sr

41 135

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung von Verschiebstrategien als Funktion der Bandbreite zur bestmöglichen Ausnutzung der Vorteile der CVC/CVC^{plus} – Technologie im Betrieb des bandkantenorientierten Verschiebens in 4-/6-Walzengerüsten, umfassend jeweils ein Paar Arbeitswalzen (10) und Stützwalzen (12) und zusätzlich ein Paar Zwischenwalzen (11) bei 6-Walzengerüsten, wobei zumindest die Arbeitswalzen (10) und die Zwischenwalzen (11) mit Vorrichtungen zum axialen Verschieben zusammenwirken, und wobei jede Arbeits-/Zwischenwalze (10, 11) einen um den CVC-Verschiebehub verlängerten Ballen mit einseitigem Rückschliff $y(x)$ im Bereich der Ballenkante aufweist,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

Vorgabe der Verschiebeposition (VP) der verschiebbaren Arbeits-/Zwischenwalze (10, 11) in Abhängigkeit von der Bandbreite, wonach die Arbeits-/Zwischenwalze (10, 11) in verschiedenen Positionen (P) relativ zur Bandkante (14) positioniert wird und innerhalb verschiedener Bandbreitenbereiche (B) dabei die Verschiebeposition (VP) der jeweiligen Walze durch stückweise lineare Ansatzfunktion vorgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass in Abhängigkeit der Materialeigenschaften die freien Parameter der Ansatzfunktion so variabel vorgebar gewählt werden, dass sich die vorgegebenen Positionen (P) relativ zur Bandkante (14) einstellen.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das bandkantenorientiertes Verschieben der Arbeits-/Zwischenwalzen (10, 11) relativ zur neutralen Verschiebeposition ($s_{ZW} = 0$ bzw. $s_{AW} = 0$) in Gerüstmitte symmetrisch um jeweils den gleichen Betrag in Richtung ihrer Achse gegeneinander durchgeführt wird.

4. Walzwerk, umfassend 4-/ 6-Walzengerüste in CVC-Bauart mit jeweils ein Paar Arbeitswalzen (10) und Stützwalzen (12) bei 4-Walzengerüsten und zusätzlich jeweils ein Paar Zwischenwalzen (11) bei 6-Walzengerüsten, wobei zumindest die Arbeitswalzen (10) und die Zwischenwalzen (11) mit Vorrichtungen zum axialen Verschieben zusammenwirken, zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die verschiebbaren Arbeits-/Zwischenwalzen (10, 11) der Walzgerüste je einen um den axialen CVC-Verschiebehub längeren und symmetrischen Ballen aufweisen, der mit einer gekrümmten Walzenkontur mit (CVC/CVC^{plus}-Schliff) überlagert und mit einem einseitigen Rückschliff (d) versehen ist.

5. Walzwerk nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die gekrümmte Walzenkontur (CVC/CVC^{plus}-Schliff) durch die Gleichung

$$R(x) = R_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 \dots + a_n \cdot x^n$$

beschrieben wird, wobei R_0 der Radius des Ausgangsballens ist.

6. Walzwerk nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Länge (l) des einseitigen Rückschliffs $y(x)$ der Arbeits-/Zwischenwalzen (10, 11) in zwei aneinander grenzende Bereiche (a) und (b) getrennt ist, wobei der erste Bereich (a), beginnend mit dem Radius (R_0), der Kreisgleichung $(l - x)^2 + y^2 = R^2$ folgt und der Bereich (b) linear verläuft, woraus sich für diese Bereiche folgender Rückschliff $y(x)$ bzw. folgende Durchmesserreduzierung $2 \cdot y(x)$ infolge des aus der Walzenabplattung resultierenden Maßes ergibt:

$$\text{Bereich (a): } = (R^2 - (R - d)^2)^{1/2} \Rightarrow y(x) = d = R - (R^2 - (l - x)^2)^{1/2}$$

$$\text{Bereich (b): } = l - a \Rightarrow y(x) = d = \text{const.}$$

7. Walzwerk nach Anspruch 4 und 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Übergang des Rückschliffs $y(x)$ zwischen den Bereichen (a) und (b) mit einer sequentiellen Rücknahme des aus der Walzenabplattung resultierenden Maßes (d) nach einer ermittelten Tabelle vorgenommen wird.

8. Walzwerk nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Walzgerüste einen geometrisch gleichen Walzensatz aufweisen.

17.12.2003

:sr

41 135

Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Optimierung von Verschiebstrategien als Funktion der Bandbreite zur bestmöglichen Ausnutzung der Vorteile der CVC/CVC^{plus} – Technologie im Betrieb des bandkantenorientierten Verschiebens in 4-/6-Walzengerüsten (10, 11), umfassend jeweils ein Paar Arbeitswalzen (10) und Stützwalzen (12) bei einem 4-Walzengerüst und zusätzlich ein Paar Zwischenwalzen (11) bei einem 6-Walzengerüst, wobei zumindest die Arbeitswalzen (10) und die Zwischenwalzen (11) mit Vorrichtungen zum axialen Verschieben zusammenwirken, ist gekennzeichnet durch die Vorgabe der Verschiebeposition (VP) der verschiebbaren Arbeits-/Zwischenwalze (10, 11) in Abhängigkeit von der Bandbreite, wonach die Arbeits-/Zwischenwalze (10, 11) in verschiedenen Positionen (P) relativ zur Bandkante (14) positioniert wird und innerhalb verschiedener Bandbreitenbereiche (B) dabei die Verschiebeposition (VP) der jeweiligen Walze durch stückweise lineare Ansatzfunktion vorgegeben wird. (Zeichnung: Fig. 6)

FIG. 1

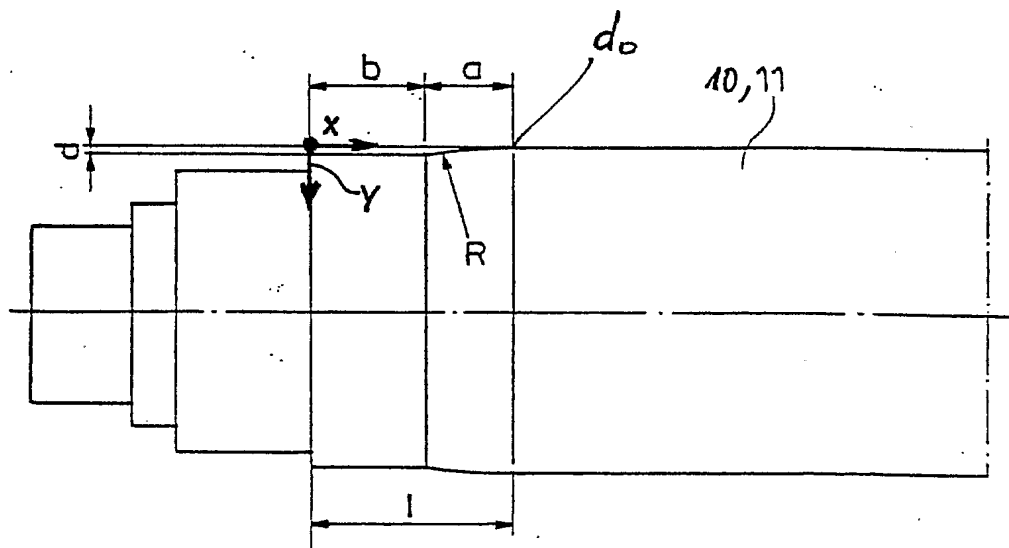


FIG. 2

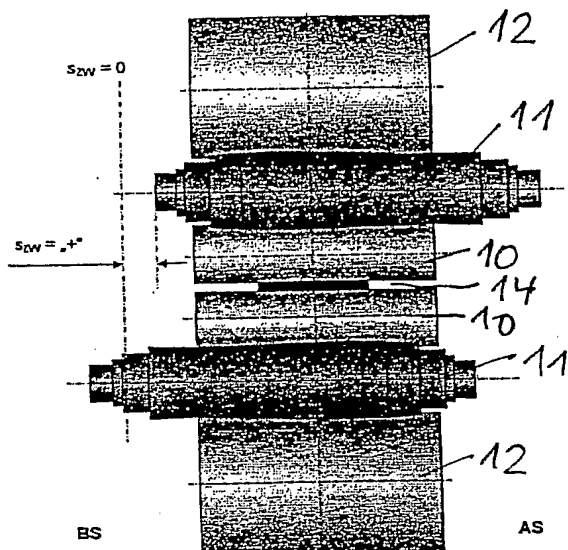


FIG. 3

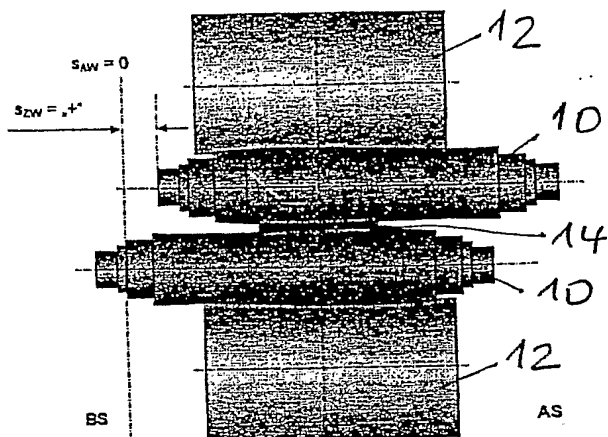


FIG. 4a

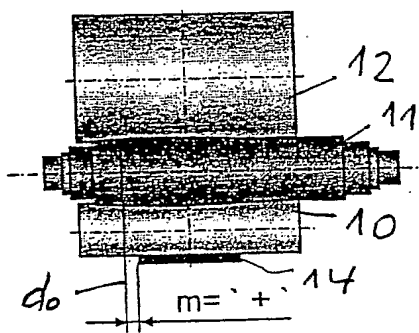


FIG. 4b

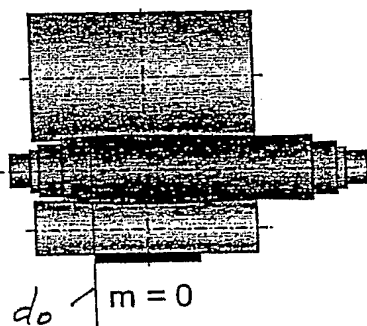


FIG. 4c

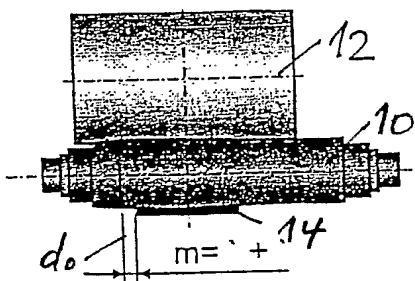
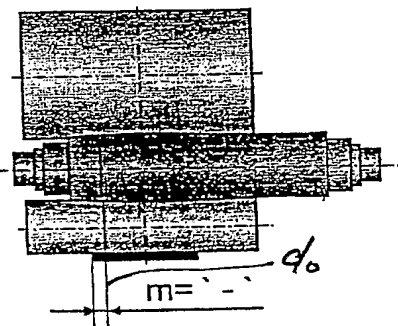


FIG. 5a

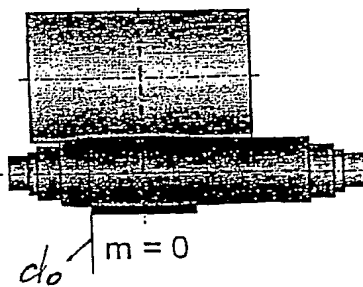


FIG. 5b

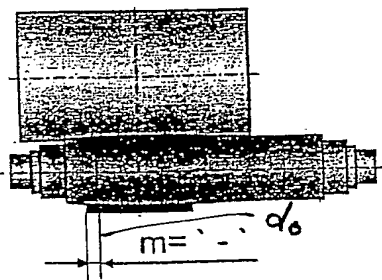
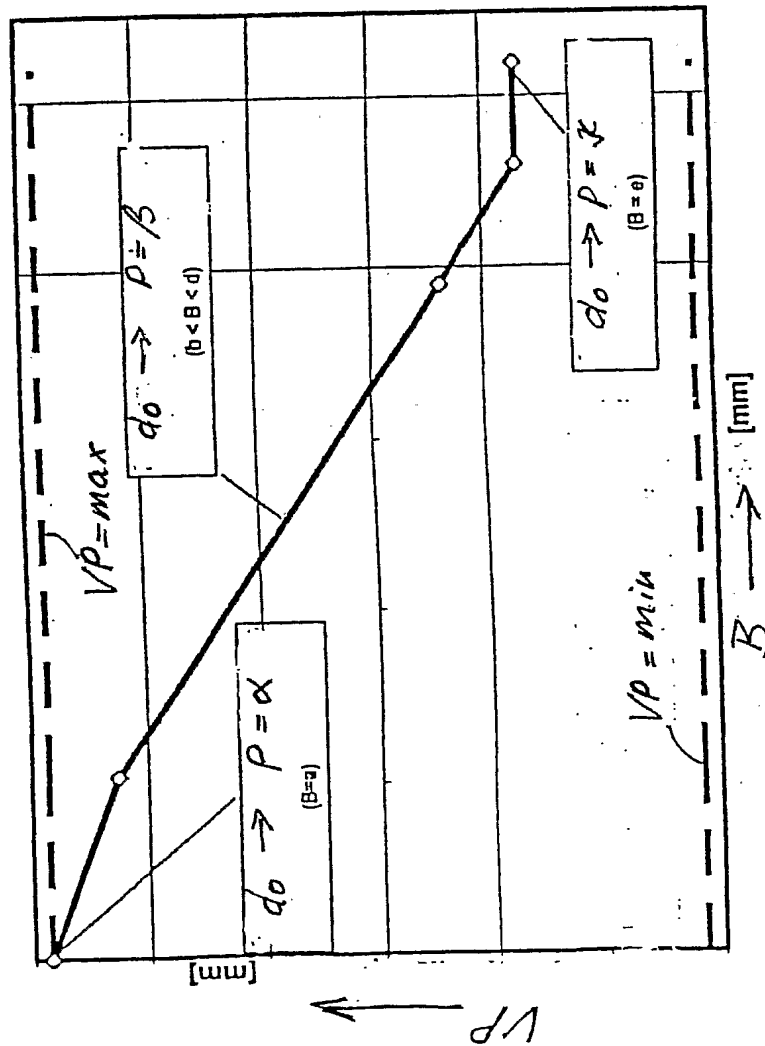


FIG. 5c

FIG. 6



TAB. 1

B [mm]	VP [mm]	P [mm]
a	w	α
b	x	β
c	y	β
d	z	β
e	z	x